

*Cabos de alumínio isolados
multiplexados e autossustentados
de baixa tensão até 0,6/1,0 kV*

ESA | DENG | NRM-537 | 2023

Especificação Técnica Unificada

ETU - 111.1

Versão 4.1 - Janeiro / 2025



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de cabo de potência (CBP), em liga de alumínio, com isolamento sólida extrudada em polietileno reticulado (XLPE), multiplexado e autossustentado, aplicáveis às linhas e redes aéreas de distribuição em baixa tensão (LDBT), em classe de tensão até 1,0 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, foram consideradas as especificações e os padrões dos materiais de referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos de modificações baseadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões, parciais ou totais, deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 4.1, datada de janeiro de 2025.

Cataguases - MG., Janeiro de 2025.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe técnica de revisão da ETU-111.1 (versão 4.1)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	10
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	11
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	14
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	17
5.1	FIO	17
5.2	CABO	18
5.2.1	Cabo de alumínio	18
5.2.2	Cabo de alumínio-liga	18
5.2.3	Cabo de potência	18
5.2.4	Cabo nu.....	18
5.2.5	Cabo isolado	18
5.2.6	Cabo isolado aéreo.....	18
5.2.7	Cabo multiplexado.....	19
5.2.8	Cabo multiplexado autossustentado	19
5.3	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE	19
5.4	CARRETEL	19
5.5	COMPOSTO DE ISOLAÇÃO XLPE	19
5.6	COMPRIMENTO EFETIVO.....	19
5.7	COMPRIMENTO NOMINAL	19
5.8	ESPULA	20
5.9	ENCORDOAMENTO	20
5.10	LANCE	20
5.11	PASSO DE ENCORDOAMENTO	20
5.12	QUANTIDADE EFETIVA	20
5.13	QUANTIDADE NOMINAL	20
5.14	ROLO	20
5.15	SEÇÃO NOMINAL DE UM CABO	20
5.16	SENTIDO DE ENCORDOAMENTO	21
5.17	TENSÃO DE ISOLAMENTO DO CABO (U OU U_0/U)	21
5.18	TEMPERATURA MÁXIMA NO CONDUTOR EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO	21
5.19	TEMPERATURA EM REGIME DE SOBRECARGA	21
5.20	TEMPERATURA MÁXIMA NO CONDUTOR EM REGIME PERMANENTE	21
5.21	UNIDADE DE EXPEDIÇÃO	21

5.22	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	22
5.23	ENSAIOS DE TIPO	22
5.24	ENSAIOS ESPECIAIS	22
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES	22
7	CONDIÇÕES GERAIS	23
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	23
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	24
7.3	COMPRIMENTO DOS LANCES	25
7.4	ACONDICIONAMENTO	25
7.5	MEIO AMBIENTE	28
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	29
7.7	GARANTIA	30
7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	30
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	31
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	31
8.1	MATERIAIS	31
8.1.1	Condutor (es) fase (s)	32
8.1.2	Elemento de sustentação (condutor neutro).....	32
8.1.2.1	Cabo de alumínio (CA)	32
8.1.2.2	Cabo de liga alumínio-magnésio-silício (CAL)	33
8.1.3	Separador	33
8.1.4	Isolação.....	34
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	35
8.2.1	Encordoamento.....	35
8.2.2	Passo de reunião dos condutores fases e elemento de sustentação....	35
8.3	ACABAMENTO	35
8.4	IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO DO DOS CONDUTORES	36
8.5	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	38
8.6	CARACTERÍSTICAS MECÂNICA	38
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	38
9.1	GENERALIDADES	38
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	42
9.2.1	Ensaio de tipo (T)	42
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	43
9.2.3	Ensaio especiais (E).....	43
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	44
9.3.1	Inspeção visual	44
9.3.2	Verificação dimensional.....	45
9.3.2.1	Diâmetro do condutor	45

9.3.2.2	Espessura da cobertura isolante.....	45
9.3.2.3	Diâmetro externo do cabo completo	45
9.3.2.4	Ensaio de verificação do passo	45
9.3.3	Ensaio de ruptura do cabo completo.....	46
9.3.4	Ensaio de tensão-deformação	46
9.3.5	Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor	47
9.3.6	Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo	47
9.3.7	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente	47
9.3.8	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	47
9.3.9	Ensaio de tensão elétrica de longa duração	47
9.3.10	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação	48
9.3.10.1	Ensaio de tração sem envelhecimento	48
9.3.10.2	Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar	48
9.3.10.3	Ensaio de tração com envelhecimento em câmara UV.....	48
9.3.10.4	Ensaio de alongamento a quente.....	49
9.3.10.5	Ensaio de absorção de água.....	49
9.3.10.6	Ensaio de retração para isolação.....	49
9.3.10.7	Ensaio de determinação do teor de negro de fumo	49
9.3.11	Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento.....	50
9.3.12	Ensaio de centelhamento	50
9.3.13	Ensaio de resistência à abrasão da cobertura	50
9.3.14	Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio	50
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS	51
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM	52
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL	52
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	52
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	52
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL	52
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	53
12	NOTAS COMPLEMENTARES.....	53
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	54
14	VIGÊNCIA.....	54
15	TABELA.....	55
	TABELA 1 - Características físicas e elétricas dos cabos multiplexados com neutro nu	55
	TABELA 2 - Características físicas e elétricas dos cabos multiplexados com neutro isolado.....	57



TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento	59
TABELA 4 - Relação dos ensaios	60
16 ANEXOS.....	61
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	61
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	64

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Cabo de Potência (CBP), em liga de alumínio, com isolamento sólida extrudada em polietileno reticulado (XLPE), multiplexado e autossustentado, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às montagens das linhas e redes aéreas de distribuição, em classe de tensão até 1,0 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTAS:

- I. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas de distribuição em alta e média tensão (LDAT/LDMT) e subestações de distribuição (SED);
- II. Este material tem seu uso proibido, também, em eletrodutos, tanto embutidos em alvenaria, quanto externo.

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete às áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 8182, Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudado de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho
- IEC 60502-1, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os cabos de alumínio isolado devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica

- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais

- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5471, Cabos elétricos
- ABNT NBR 6236, Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- ABNT NBR 6251, Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos
- ABNT NBR 6813, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento
- ABNT NBR 6814, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica
- ABNT NBR 6881, Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica.
- ABNT NBR 7271, Cabos de alumínio nus para linhas aéreas - Especificação
- ABNT NBR 7272, Cabos elétricos de alumínio - Ruptura e característica dimensional
- ABNT NBR 7302, Cabos elétricos de alumínio - Tensão-Deformação em cabos de alumínio - Método de ensaio
- ABNT NBR 7310, Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço
- ABNT NBR 7312, Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais
- ABNT NBR 9024, Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de XLPE para tensões de 10 kV a 35 kV com cobertura - Requisitos de desempenho
- ABNT NBR 10298, Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas - Especificação

- 
- ABNT NBR 11137, Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
 - ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas
 - ABNT NBR 15443, Fios, cabos e condutores elétricos - Verificação dimensional e de massa
 - ABNT NBR 17173-1, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas
 - ABNT NBR 17173-2, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 2: Métodos para aplicação geral - Métodos de envelhecimento térmico
 - ABNT NBR 17173-3, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 3: Métodos para aplicação geral - Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaios de absorção de água - Ensaio de retração
 - ABNT NBR 17173-4, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos para aplicação geral - Ensaios a baixas temperaturas
 - ABNT NBR 17173-5, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 5: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral
 - ABNT NBR 17173-6, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 6: Métodos para aplicação geral - Ensaio de pressão a altas temperaturas - Ensaios de resistência à fissuração

- ABNT NBR 17173-7, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 7: Métodos específicos para os compostos de PVC - Ensaio de perda de massa - Ensaio de estabilidade térmica
- ABNT NBR NM 244, Condutores e cabos isolados - Ensaio de centelhamento
- ABNT NBR NM 280, Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)
- ABNT NBR NM IEC 60811-4-1, Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno - Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais - Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar - Medição do índice de fluidez - Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno

4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM B231/B231M, Standard specification for concentric-lay-stranded aluminum 1350 conductors
- ASTM B399/B399M, Standard specification for concentric-lay-stranded aluminum-alloy 6201-T81 conductors
- ASTM B1008, Standard test method for stress-strain testing for overhead electrical conductors
- ASTM E3061, Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (performance based method)
- ASTM G155, Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials
- IEC 60183, Guidance for the selection of high-voltage A.C. cable systems
- IEC 60228, Conductors of insulated cables

- 
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
 - IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
 - IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
 - IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
 - IEC 60811-201, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 201: General tests - Measurement of insulation thickness
 - IEC 60811-203, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions
 - IEC 60811-401, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven
 - IEC 60811-402, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 402: Miscellaneous tests - Water absorption tests
 - IEC 60811-501, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 501: Mechanical tests - Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds
 - IEC 60811-502, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 502: Mechanical tests - Shrinkage test for insulations

- IEC 60811-507, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 507: Mechanical tests - Hot set test for cross-linked materials
- IEC 60811-605, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 605: Physical tests - Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds
- IEC 61089, Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors
- IEC 62230, Electric cables - Spark-test method
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
- ISO 4892-2, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps

NOTAS:

- III. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- IV. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- V. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;

VI. As siglas acima referem-se a:

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NBR - Norma Brasileira
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 5471, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Fio



Produto metálico maciço e flexível, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal.

5.2 Cabo

Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

5.2.1 Cabo de alumínio

Cabo formado exclusivamente por fios de alumínio. É também denominado “cabo CA”.

5.2.2 Cabo de alumínio-liga

Cabo formado exclusivamente por fios de alumínio-liga. É também denominado “cabo CAL”.

5.2.3 Cabo de potência

Cabo unipolar utilizado para transporte de energia elétrica em instalações de geração, transmissão, distribuição ou utilização de energia elétrica.

5.2.4 Cabo nu

Cabo sem isolamento ou cobertura, constituído de fios nus.

5.2.5 Cabo isolado

Cabo constituído de uma ou mais veias e, se existentes, o envoltório individual de cada veia, o envoltório do conjunto das veias e os envoltórios de proteção do cabo, podendo ter também um ou mais condutores não isolados.

5.2.6 Cabo isolado aéreo

Cabo isolado apropriado para ser instalado acima do solo, em instalações externas.

5.2.7 Cabo multiplexado

Cabo formado por dois ou mais condutores isolados, ou cabos unipolares, dispostos helicoidalmente, sem cobertura.

5.2.8 Cabo multiplexado autossustentado

Cabo formado por um ou mais condutores isolados, ou cabos unipolares, e um condutor de sustentação isolado ou não, dispostos helicoidalmente, sem cobertura.

NOTA:

VII. É também denominado “cabo pré-reunido”.

5.3 Capacidade de condução de corrente

Corrente máxima que pode ser conduzida continuamente por um condutor ou conjunto de condutores, em condições especificadas, sem que a sua temperatura em regime permanente ultrapasse um valor especificado.

5.4 Carretel

Sistema de suporte para fios, cordoalhas e cabos, constituído basicamente de discos laterais (flanges) e núcleo.

5.5 Composto de isolamento XLPE

Composto isolante à base de polietileno reticulado quimicamente, utilizado em cabos com qualquer tensão de isolamento.

5.6 Comprimento efetivo

Comprimento efetivamente medido em uma unidade de expedição, por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

5.7 Comprimento nominal



Comprimento padrão de fabricação e/ou comprimento que conste na Ordem de Compra de Material (OCM).

5.8 Espula

Carretel destinado a receber os fios componentes do cabo para o processo de encordoamento.

5.9 Encordoamento

Disposição helicoidal de fios ou de grupos de fios ou de outros componentes de um cabo.

5.10 Lance

Constituído por uma unidade de expedição de comprimento contínuo.

5.11 Passo de encordoamento

Comprimento da projeção axial de uma volta completa dos fios ou grupos de fios, ou outros componentes, de uma determinada coroa.

5.12 Quantidade efetiva

Quantidade contida numa unidade de expedição, determinada por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

5.13 Quantidade nominal

Quantidade padrão de fabricação e/ou quantidade que conste na ordem de compra, para cada unidade de expedição.

5.14 Rolo

Acondicionamento em forma toroidal, não contendo núcleo.

5.15 Seção nominal de um cabo



Soma das áreas transversais dos fios componentes.

5.16 Sentido de encordoamento

Sentido para a direita (horário) ou para a esquerda (anti-horário), segundo o qual os fios ou grupos de fios, ou outros componentes de um cabo, ao passarem por sua parte superior, se afastam do observador que olha na direção do eixo do cabo.

5.17 Tensão de isolamento do cabo (U ou U_0/U)

Valor de U ou dos valores U_0/U pelos quais os cabos são designados.

Onde,

U_0 é o valor eficaz da tensão entre condutor e terra ou blindagem da isolação ou qualquer proteção metálica sobre esta;

U é o valor eficaz da tensão entre os condutores.

5.18 Temperatura máxima no condutor em regime de curto-circuito

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de curto-circuito.

5.19 Temperatura em regime de sobrecarga

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de sobrecarga.

5.20 Temperatura máxima no condutor em regime permanente

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em condições estáveis de funcionamento.

5.21 Unidade de expedição



Comprimento contínuo de material contido em uma embalagem de expedição, ou seja, um rolo para materiais acondicionados em rolos ou uma bobina para materiais acondicionados em carretéis.

5.22 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.23 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.24 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial via Web Supply é obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições do serviço

Os cabos de alumínio isolado tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
- g) Classe de severidade de poluição local (SPS): leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;

- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos conectores ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1;
- i) Locais densamente arborizados, onde os cabos poderão permanecer em contato com os galhos das árvores por longos períodos;
- j) Suportar operação para estabelecer a conexão ou desconexão de um circuito, com carga e/ou com tensão;
- k) Condições em regime permanente: temperatura no condutor, em regime permanente, não pode ultrapassar a 90 °C para a isolação.
- l) Condições em regime de sobrecarga: temperatura no condutor, em regime de sobrecarga, não pode ultrapassar a 130 °C para a isolação.
- m) Condições em regime de curto-circuito: temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não pode ultrapassar a 250 °C para a isolação.

NOTAS:

- VIII. A duração em regime de sobrecarga não pode superar 100 (cem) horas, durante 12 (doze) meses consecutivos, nem 500 (quinhentas) horas, durante a vida do cabo.
- IX. A duração em regime de curto-circuito não pode ser superior a 5,0 (cinco) segundos.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser utilizado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e em quaisquer outros documentos. Qualquer valor que, por conveniência, seja apresentado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., fornecidos pelo fabricante, bem como as placas de identificação,

devem ser redigidos em português. No caso de equipamentos importados, deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

- X. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

7.3 Comprimento dos lances

Admite-se em cada unidade de expedição a incerteza máxima de $\pm 1,0$ % no comprimento indicado pelo fornecedor.

Quando não especificado na Ordem de Compra de Material (OCM) admite-se que:

- Em cada unidade de expedição o comprimento efetivo divirja do nominal em, no máximo, $\pm 5,0$ %;
- Até 5,0 % do total do contrato, em massa, pode ser entregue em lances não inferiores a 50 % do lance nominal;
- A quantidade total contratada pode sofrer uma variação de até 5,0 % em massa.

7.4 Acondicionamento

Os cabos de alumínio isolado devem ser acondicionados em:

- Carretéis de madeira, conforme ABNT NBR 11137, confeccionados em madeira, não retornáveis, com comprimento máximo de 1.000 (um mil) metros e massa brutas não superiores a 2.000 (dois mil) quilogramas;
- Rolos, conforme ABNT NBR 7312, com comprimento máximo de 150 (cento e cinquenta) metros e massa brutas não superiores a 25 (vinte e cinco) quilogramas.

Obedecendo às seguintes condições:

- 
- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- b) Deve ser bobinado sob tensão mecânica e ter as pontas presas na parte interna ou externa do carretel através de grampos de fixação instalados de forma a não danificar o cabo;
- c) O material em contato com os cabos não deve:
- Adicionar aderência;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão durante o armazenamento;
 - Retenção de umidade.
- d) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

NOTAS:

- XI. A madeira utilizada para a confecção dos carretéis não deve conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento desses carretéis.
- XII. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, através de placas de identificação, em material metálico, resistente à intempérie, com marcações em



alto ou baixo relevo, fixadas externamente nos discos laterais, e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série do carretel;
- f) Identificação completa do cabo (tipo/modelo, código internacional (quando aplicável), classe de tensão (kV), diâmetro nominal (mm), seção transversal (mm²), número de fios etc.);
- g) Dimensões do carretel;
- h) Número e comprimento de lances no carretel, em metros (m);
- i) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- j) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- k) ABNT NBR 8182 / IEC 60502-1;
- l) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM);
- m) Seta para indicar o sentido de desenrolamento do cabo, marcada de forma indelével nos discos laterais, podendo essa marcação ser feita em relevo, em sulco ou à tinta.

NOTAS:

- XIII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;**

- XIV. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.
- XV. Quando dos fornecimentos em rolos, devem conter a mesma identificação indicada para os carretéis, com exceção dos referentes às alíneas (e) e (l).

7.5 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos cabos de alumínio isolado, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos cabos de alumínio isolado, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo Nº 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em



concentrações acima do recomendado, de acordo com a diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

Para orientação das ações da Energisa, quanto ao descarte apropriado dos carretéis vazios, o proponente deve apresentar, juntamente com a sua proposta, as seguintes informações:

- Tipo de madeira utilizada nos carretéis e respectivo tratamento preservativo empregado;
- Orientação quanto à forma mais adequada de disposição final dos cabos e dos carretéis vazios.

7.6 Expectativa de vida útil

Os cabos de alumínio isolado devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 28 (vinte e oito) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecido, com base nos seguintes termos e condições:

- Não são admitidas falhas decorrentes do processo fabril nos primeiros 20 (vinte) anos de vida útil;
- A partir do 21º ano, é admitida uma taxa de 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) ano, acumulando-se no máximo 0,8 % de falhas no final do período de vida útil.

NOTA:

XVI. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.7 Garantia

O período de garantia dos materiais deverá estar em conformidade com o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), abrangendo quaisquer defeitos de fabricação, material e acondicionamento.

No caso de os materiais apresentarem qualquer defeito de fabricação, um novo período de garantia deverá ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra referentes à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, assim como o transporte desses materiais entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de responsabilidade deste último.

7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos cabos de alumínio isolado em obras particulares para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, materiais usados e/ou recuperados;
- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- XVII. A critério da Energisa, os cabos de alumínio isolado poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;

- XVIII. A relação dos fabricantes homologados de cabos de alumínio isolado pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7.9 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Catálogos e outras informações pertinentes;
- b) Desenho técnicos detalhado;
- c) Quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1.

Quando os cabos de alumínio isolado propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

NOTAS:

- XIX. Durante a consulta para aprovação dos desvios, estes devem ser claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos;
- XX. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos que não estejam em conformidade com a presente especificação técnica.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os cabos de alumínio isolado devem suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

8.1 Materiais

8.1.1 Condutor (es) fase (s)

Os fios componentes devem ser constituídos de alumínio 1350, de seção circular compactado, têmperas com designação H14 ou H16 ou H19, com encordoamento classe 2, conforme ABNT NBR NM 280 ou IEC 60228.

Os fios devem apresentar:

- a) Limite de resistência à tração de, no mínimo, 95 % do valor individual exigido antes do encordoamento e devem conservar as características de ductilidade;
- b) Condutividade mínima de 61 % IACS a 20 °C;
- c) Resistência elétrica não superior a 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- d) Massa específica de 2,703 g/cm³ a 20 °C;
- e) Apresentar teor de pureza de no mínimo 99,5 % na matéria prima utilizada na sua fabricação;
- f) Resistência mínima à tração dos fios componentes antes do encordoamento deve ser de 105 MPa.

8.1.2 Elemento de sustentação (condutor neutro)

O elemento de sustentação (condutor neutro) deve ser constituído de:

- Cabo de alumínio (CA);
- Cabo liga alumínio-magnésio-silício (CAL).

8.1.2.1 Cabo de alumínio (CA)

O cabo de alumínio (CA) deve ser constituído de fios componentes em alumínio 1350, têmpera H19, de seção circular, conforme ABNT NBR 7271 ou ASTM B231/B231M.

Os fios devem apresentar:

- a) Limite de resistência à tração de, no mínimo, 95 % do valor individual exigido antes do encordoamento e devem conservar as características de ductilidade;
- b) Condutividade mínima de 61 % IACS a 20 °C;
- c) Resistência elétrica não superior a 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- d) Massa específica de 2,703 g/cm^3 a 20 °C.
- e) Apresentar teor de pureza de no mínimo 99,5 % na matéria prima utilizada na sua fabricação.

8.1.2.2 Cabo de liga alumínio-magnésio-silício (CAL)

O cabo de liga alumínio-magnésio-silício (CAL) deve ser constituído de fios componentes em liga alumínio-magnésio-silício, têmpera T81, de seção circular, conforme ABNT NBR 10298 ou ASTM B399/B399M.

Os fios devem apresentar:

- a) Limite de resistência à tração de, no mínimo, 95 % do valor individual exigido antes do encordoamento e devem conservar as características de ductilidade;
- b) Condutividade mínima de 52,50 % IACS a 20 °C;
- c) Resistência elétrica não superior a 0,032841 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- d) Massa específica de 2,690 g/cm^3 a 20 °C.

8.1.3 Separador

O (s) condutor (es) fase devem possuir, entre o cabo de alumínio e sua respectiva isolação, um separador constituído por material compatível, química e termicamente, com o material do condutor e da isolação, conforme ABNT NBR 6251 ou IEC 60183.

NOTA:

XXI. Não pode ser utilizado separador sobre o elemento de sustentação provido de isolamento.

8.1.4 Isolação

A isolamento dos condutores fase deve ser constituída de composto extrudado à base de polietileno termofixo (XLPE), com características físicas conforme ABNT NBR 6251 ou IEC 60183.

Quando requerido condutor neutro isolado, o material de isolamento deve ser o mesmo do condutor fase.

NOTA:

XXII. Não será aceito isolamento do tipo polietileno termoplástico (PE).

A isolamento deve apresentar as seguintes características:

- a) A isolamento na cor preta deve conter negro de fumo disperso, com teor mínimo de 2,0 %. Quando a isolamento possuir cor diferente da preta, ela deve conter aditivos que a protejam contra a radiação ultravioleta;
- b) A isolamento pode ser em dupla camada desde que a camada externa não ultrapasse 30 % da espessura total da isolamento. As camadas interna e externa devem ser aplicadas simultaneamente, de forma a garantir que as duas camadas fiquem aderidas, evitando a formação de vazios entre elas.
- c) A camada interna deve ser na cor preta e deve conter negro de fumo disperso, com teor mínimo de 2,0 %. A camada externa deve conter aditivos que a protejam contra a radiação ultravioleta.
- d) A isolamento deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento;
- e) A isolamento sem separador abaixo dela deve estar justaposta sobre o condutor, porém facilmente removível e não aderente ao condutor;

- f) A espessura nominal da isolação de cada condutor, inclusive do neutro, quando isolado, deve estar conforme os valores das Tabelas 1 e 2.
- g) A espessura média da isolação não pode ser inferior ao valor nominal especificado. Para os condutores isolados em dupla camada, o somatório das espessuras das duas camadas é considerado a espessura média;
- h) A espessura mínima da isolação, em um ponto qualquer de uma seção transversal, pode ser inferior ao valor nominal, contanto que a diferença não exceda 0,1 mm (+ 10 %) do valor nominal especificado.

8.2 Características dimensionais

8.2.1 Encordoamento

O cabo de alumínio isolado deve ter encordoamento de classe 2, de forma uniforme em todas as construções, as coroas sucessivas devem ter sentidos de encordoamento opostos, sendo o da coroa externa para a direita.

Nos cabos com coroas múltiplas, a relação de encordoamento de qualquer coroa não deve ser maior que a relação de encordoamento da coroa imediatamente abaixo.

NOTA:

- XXIII. Alternativamente, serão aceitos cabos seção de 10 mm², é aceito condutor circular de formação simples (condutor circular não compactado, classe 2 de encordoamento), mediante aprovação previa da Energisa.

8.2.2 Passo de reunião dos condutores fases e elemento de sustentação

O passo de reunião do (s) condutor (es) fase (s) e neutro deve ser no máximo 60 (sessenta) vezes o diâmetro do condutor fase.

8.3 Acabamento

Os fios componentes de alumínio do condutor fase e do elemento de sustentação devem apresentar superfície lisa, isenta de farpas, escamas, fissuras, mossas e outras imperfeições, possuir diâmetro uniforme e seção reta circular.

A camada de material isolante aplicada sobre o condutor fase deve ser contínua, uniforme e homogênea ao longo de todo o comprimento do condutor, ser de fácil remoção e não aderente ao condutor.

8.4 Identificação e marcação do dos condutores

Os cabos de alumínio isolado devem ser identificados, de forma permanente, por cores e devem ser adotadas as seguintes:

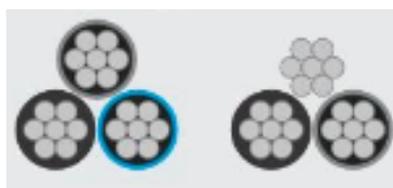
a) Cabos duplex (1F+1N):

- Fase A: Preta;
- O condutor neutro, quando isolado, deve ser identificado pela cor azul clara.



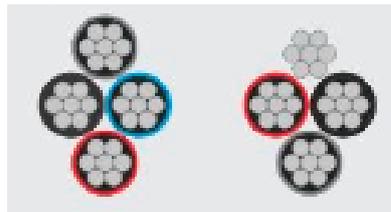
b) Cabos triplex (2F+1N):

- Fase A: Preta;
- Fase B: Cinza;
- O condutor neutro, quando isolado, deve ser identificado pela cor azul clara.



c) Cabos quadruplex (3F+1N):

- Fase A: Preta;
- Fase B: Cinza;
- Fase C: Vermelha.
- O condutor neutro, quando isolado, deve ser identificado pela cor azul clara.



NOTA:

XXIV. Não serão aceitos método de identificação do condutor por meio de veias e ou numeração.

A superfície externa da cobertura dos condutores preto, em intervalos regulares de ± 500 milímetros, deve ser marcada com os seguintes dizeres:

- a) Nome do fabricante;
- b) Número de condutores e seção nominal, expressa em milímetros quadrados (mm^2);
- c) Material do condutor fase (AL);
- d) Material da isolação (XLPE);
- e) Tipo do elemento de sustentação (CA ou CAL);
- f) Tensão de isolamento U_0/U , expressa em quilovolts (kV);
- g) Ano de fabricação (AAAA);
- h) ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

NOTAS:

XXV. No que se refere às alíneas b) e c), são designados por:

$$N \times 1 \times S + S1.$$

Onde:

N = número de condutores fase;

S = seção nominal do (s) condutor (es) fase, expressa em milímetros quadrados (mm²);

S' = seção nominal do elemento de sustentação, expressa em milímetros quadrados (mm²).

8.5 Características elétricas

Os cabos de alumínio isolado devem possuir:

- Tensões de isolamento de 0,6/1 kV;
- Resistência elétrica conforme indicado nas Tabelas 1 e 2.

8.6 Características mecânica

Os cabos de alumínio isolado devem possuir resistência mecânica calculada (RMC), tomando como a soma das contribuições de cada fio componente e ser calculada em conformidade com o disposto na ABNT NBR 7271 ou ASTM B231/B231M para cabos de alumínio (CA) ou ABNT NBR 10298 ou ASTM B399/B399M para cabos de liga alumínio-magnésio-silício (CAL), e está apresentada na Tabelas 1 e 2.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes



estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:

- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.



Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.



Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.

r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:

- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
- O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
- O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XXVI. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 4.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de ruptura do cabo completo, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de tensão-deformação, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo, conforme item 9.3.6;

- 
- e) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.7;
 - f) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação, conforme item 9.3.8;
 - g) Ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme item 9.3.9;
 - h) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação, conforme item 9.3.10;
 - i) Ensaio de determinação do coeficiente por grau celsius para correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.11.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

Os ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção visual, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de centelhamento, conforme item 9.3.12;
- g) Ensaio de resistência à abrasão da cobertura, conforme item 9.3.13;
- h) Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio, conforme item 9.3.14.

9.2.3 Ensaios especiais (E)

Os ensaios de especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- 
- a) Ensaio de ruptura do cabo completo, conforme item 9.3.3;
 - b) Ensaio de tensão-deformação, conforme item 9.3.4;
 - c) Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor, conforme item 9.3.5;
 - d) Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo, conforme item 9.3.6;
 - e) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.7;
 - f) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação, conforme item 9.3.8;
 - g) Ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme item 9.3.9;
 - h) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação, conforme item 9.3.10;
 - i) Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.11;
 - j) Ensaio de centelhamento, conforme item 9.3.12;
 - k) Ensaio de resistência à abrasão da cobertura, conforme item 9.3.13;
 - l) Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio, conforme item 9.3.14.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Acabamento, conforme item 8.3;
- b) Acondicionamento e identificação dos carretéis e rolos, conforme item 7.4;

c) Comprimento dos lances em cada carretel, conforme item 7.3;

d) Identificação dos cabos e marcação dos cabos, conforme item 8.4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

9.3.2 Verificação dimensional

9.3.2.1 Diâmetro do condutor

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-203.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro do condutor inferiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.2.2 Espessura da cobertura isolante

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-201.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da espessura da cobertura isolante inferiores aos estabelecidos no item 8.1.4.

9.3.2.3 Diâmetro externo do cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-203.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro do condutor inferiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.2.4 Ensaio de verificação do passo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15443.

Constitui falha, se a amostra apresentar passo de reunião medido for superior a 60 vezes o diâmetro do cabo unipolar.

9.3.3 Ensaio de ruptura do cabo completo

Este ensaio é exclusivo para os elementos de sustentação.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7272 ou IEC 61089.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Valores medidos de carga de ruptura inferiores à 95 % da resistência mecânica calculada (RMC);
- Variação superior a 2,0 % no diâmetro sob carga de 30 % da resistência mecânica calculada (RMC), em relação ao diâmetro sob pré-carga;
- Ondulação superior a 0,6 milímetros sob carga de 50 % da resistência mecânica calculada (RMC).

NOTA:

XXVII. Considera-se o cabo rompido quando qualquer um de seus fios romper.

9.3.4 Ensaio de tensão-deformação

Este ensaio é exclusivo para os elementos de sustentação.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7302 ou ASTM B1008 ou IEC 61089.

Este ensaio não tem requisito reprobatório. Os resultados devem ser mostrados em um gráfico e a elaboração do mesmo deve ser conforme estabelecido na ABNT NBR 7302 ou ASTM B1008 ou IEC 61089, devendo ser mostradas as curvas obtidas nos ensaios tensão-deformação do cabo completo, da alma de aço zincado e da sua diferença correspondente ao alumínio.

9.3.5 Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor

Este ensaio é exclusivo para o (s) condutor (es) de fase.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6814 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores aos valores especificados nas Tabelas 1 e 2.

9.3.6 Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6881 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de perfurações e/ou fissuras.

9.3.7 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6813 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência de isolamento forem inferiores aos indicados pelo fabricante.

9.3.8 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6813 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência de isolamento forem inferiores aos indicados pelo fabricante.

9.3.9 Ensaio de tensão elétrica de longa duração

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6881 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de perfurações e/ou fissuras.

9.3.10 Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação

9.3.10.1 Ensaio de tração sem envelhecimento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-501, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Resistência à tração: inferior à 12,5 MPa;
- Alongamento à ruptura: inferior a 200 %;

9.3.10.2 Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-2 ou IEC 60811-401, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Após o ensaio de envelhecimento devem ser executado o ensaio de tração conforme item 9.3.10.1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura superiores a 25 %, em relação aos seus respectivos valores originais.

9.3.10.3 Ensaio de tração com envelhecimento em câmara UV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM G155 (Ciclo 1) ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Após o ensaio de envelhecimento devem ser executado o ensaio de tração conforme item 9.3.10.1.



Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura superiores a 25 %, em relação aos seus respectivos valores originais.

9.3.10.4 Ensaio de alongamento a quente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-5 ou IEC 60811-507, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Alongamento sob carga: superior à 175 %;
- Alongamento após resfriamento: superiores a 15 %.

9.3.10.5 Ensaio de absorção de água

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-3 ou IEC 60811-402, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de variação máxima permissível de massa superiores à 1,0 mg/cm².

9.3.10.6 Ensaio de retração para isolação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-3 ou IEC 60811-502, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de retração superiores à 4,0 %.

9.3.10.7 Ensaio de determinação do teor de negro de fumo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-4-1 ou IEC 60811-605, e estar em conformidade com ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1.

Este ensaio não tem efeitos reprobatórios. Devendo os resultados serem informados nos relatórios de ensaio.

9.3.11 Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6813 ou IEC 60228.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência de isolamento forem inferiores aos indicados pelo fabricante.

9.3.12 Ensaio de centelhamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM 244 ou IEC 62230.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de centelhamento ou quaisquer tipos de danos na isolação do cabo.

9.3.13 Ensaio de resistência à abrasão da cobertura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 9024.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de desbastamento da cobertura superior a 0,25 milímetros.

9.3.14 Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14070 ou ASTM E3061.

Constitui falha, se a amostra apresentar de composição químicas diferentes das estabelecidas nos itens 8.1.1 e 8.1.2.

NOTA:

XXVIII. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.4 Relatório dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;

- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especial

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especial deve seguir as orientações da ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1, e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado em 3 (três) amostras.

10.2 Ensaios de recebimento

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 3 para o produto acabado.

De cada carretel devem ser retirados corpos-de-prova do cabo completo, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos, desprezando-se o primeiro metro de cada extremidade.

Se um corpo-de-prova for rejeitado em qualquer ensaio, esse deverá ser repetido em dois outros corpos-de-prova do mesmo carretel. Ocorrendo nova falha, o carretel será considerado defeituoso. Se os corpos-de-prova adicionais forem aprovados nos ensaios, considera-se a amostra como aceita. A quantidade de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 3, que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de tipo e especial

Os ensaios de tipo e especiais, serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

No caso de ocorrência de uma falha em um dos ensaios, o fabricante pode apresentar uma nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra também apresentar algum resultado insatisfatório, o material não será aceito.

11.2 Ensaios de recebimento

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar um relatório indicando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las. Em seguida, o lote será submetido a um novo ensaio, com o mesmo número de amostras conforme especificado na Tabela 3;
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas encontradas em amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas unidades. O mesmo procedimento se aplica ao total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/09/2018	1.0	<ul style="list-style-type: none">Esta 1ª edição cancela e substitui na norma de distribuição unificada (NDU) 010, classe 11, desenhos 003 e 004, a qual foi tecnicamente revisada.
14/02/2020	2.0	<ul style="list-style-type: none">A partir desta data, a nomenclatura desta especificação passa a ser: “ETU-111.1 - Cabo de alumínio multiplexado autossustentado 0,6/1,0 kV”;Atualização e acréscimo de ensaios de tipo, rotina, recebimento e especiais.
01/02/2022	3.0	<ul style="list-style-type: none">Adequação da ETU à ABNT NBR 8182 ou IEC 60502-1 vigente;Correções no texto;Correções nas Tabelas 1 e 2;Inclusão dos cabos Triplex de 70 mm² com neutro nu e com neutro isolado;Inclusão dos cabos Duplex, Triplex e Quadruplex de 10 mm² com neutro isolado.
01/01/2024	4.0	<ul style="list-style-type: none">Inclusão de ensaios internacionais como alternativa;Alteração da relação dos ensaios;Inclusão do item 6 e 7.9;Inclusão Anexo 2.
01/01/2025	4.1	<ul style="list-style-type: none">Alterações do item 7.1.Alterações dos ensaios do material de isolamento;Inclusão de ensaios internacionais.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/05/2025 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELA

TABELA 1 - Características físicas e elétricas dos cabos multiplexados com neutro nu



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção nominal	Condutor Fase					Elemento de sustentação				Peso líquido aprox.	Ampacidade máxima à temperatura 40 °C
		Seção (mm ²)	Nº de fios (mín.)	Diâmetro do condutor (mín. - máx.) (mm)	Resistência elétrica a 20 °C (máx.) (Ω/km)	Espessura isolamento (mm)	Tipo (cabo)	Seção (mm ²)	Formação (nº fios x diâmetro do fio) (n x mm)	Carga ruptura (daN)		
	(mm ²)										(mm ²)	(mm)
90272	1x1+10+10	10	7	3,7 a 4,4	3,080	1,2	CA	10	7 x 1,36	195	74	65
90273	1x1+16+16	16	6	4,6 a 5,2	1,910	1,2		16	7 x 1,70	300	115	86
92060	1x1+35+35	35	6	6,6 a 7,5	0,868	1,6	CAL	35	7 x 2,50	1.092	380	119
92061	1x1+70+70	70	12	9,3 a 10,2	0,443	1,8		70	7 x 3,45	1.991	679	183
90274	2x1+10+10	10	7	3,7 a 4,4	3,080	1,2	CA	10	7 x 1,36	195	110	55

TABELA 1 - Características físicas e elétricas dos cabos multiplexados com neutro nu - Continuação

Código Energisa	Seção nominal	Condutor Fase					Elemento de sustentação				Peso líquido aprox.	Ampacidade máxima à temperatura 40 °C
		Seção	Nº de fios (mín.)	Diâmetro do condutor (mín. - máx.)	Resistência elétrica a 20 °C (máx.)	Espessura isolamento	Tipo (cabo)	Seção	Formação (nº fios x diâmetro do fio)	Carga ruptura		
	(mm ²)	(mm ²)		(mm)	(Ω/km)	(mm)		(mm ²)	(n x mm)	(daN)	(Kg/Km)	(A)
90282	2x1+16+16	16	6	4,6 a 5,2	1,910	1,2	CA	16	7 x 1,70	300	185	73
90283	2x1+25+25	25	6	5,6 a 6,5	1,200	1,4		25	7 x 2,11	446	275	97
90284	2x1+35+35	35	6	6,6 a 7,5	0,868	1,6	CAL	35	7 x 2,50	1.092	380	119
92055	2x1+70+70	70	12	9,3 a 10,2	0,443	1,8		70	7 x 3,45	1.991	679	183
90285	3x1+10+10	10	7	3,7 a 4,4	3,080	1,2	CA	10	7 x 1,36	195	165	44
90286	3x1+16+16	16	6	4,6 a 5,2	1,910	1,2		16	7 x 1,70	300	250	59
90287	3x1+25+25	25	6	5,6 a 6,5	1,200	1,4		25	7 x 2,11	446	410	80
90288	3x1+35+35	35	6	6,6 a 7,5	0,868	1,6	CAL	35	7 x 2,50	1.092	490	100
90289	3x1+70+70	70	12	9,3 a 10,2	0,443	1,8		70	7 x 3,45	1.991	890	157
90290	3x1+120+70	120	15	12,5 a 13,5	0,253	2,0		70	7 x 3,45	1.991	1.420	229
90569	3x1x185+120	185	30	15,5 a 16,8	0,164	2,2		120	19 x 2,90	3.863	1.565	306

TABELA 2 - Características físicas e elétricas dos cabos multiplexados com neutro isolado



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção nominal	Condutor Fase					Elemento de sustentação					Peso Líquido Aprox. (Kg/Km)	Ampacidade máxima à temperatura a 40 °C (A)
		Seção	Nº de fios (mín.)	Diâmetro do condutor (mín. - máx.)	Resistência elétrica a 20 °C (máx.)	Espessura Isolação	Tipo (cabo)	Seção	Formação (Nº fios x diâmetro do fio)	Espessura Isolação	Carga Ruptura		
92056	1x1+10+10	10	7	3,7 a 4,4	3,080	1,2	CA Isolado	10	7 x 1,36	1,2	195	103	65
90777	1x1+16+16	16	6	4,6 a 5,2	1,910	1,2		16	7 x 1,70	1,2	300	145	86
92062	1x1+35+35	35	6	6,6 a 7,5	0,868	1,6	CAL Isolado	35	7 x 2,50	1,6	1.092	520	100
92063	1x1+70+70	70	12	9,3 a 10,2	0,443	1,8		70	7 x 3,45	1,8	1.991	920	157
92057	2x1+10+10	10	7	3,7 a 4,4	3,080	1,2	CA Isolado	10	7 x 1,36	1,2	195	157	55
90778	2x1+16+16	16	6	4,6 a 5,2	1,910	1,2		16	7 x 1,70	1,2	300	215	73

TABELA 2 - Características físicas e elétricas dos cabos multiplexados com neutro isolado - Continuação

Código Energisa	Seção nominal	Condutor Fase					Elemento de sustentação					Peso Líquido Aprox.	Ampacidade máxima à temperatura a 40 °C
		Seção	Nº de fios (mín.)	Diâmetro do condutor (mín. - máx.)	Resistência elétrica a 20 °C (máx.)	Espessura Isolação	Tipo (cabo)	Seção	Formação (Nº fios x diâmetro do fio)	Espessura Isolação	Carga Ruptura		
				(mm)	(Ω/km)								
(mm²)	(mm²)										(Kg/Km)	(A)	
90780	2x1+25+25	25	6	5,6 a 6,5	1,200	1,4	CA Isolado	25	7 x 2,11	1,4	446	305	97
90782	2x1+35+35	35	6	6,6 a 7,5	0,868	1,6		35	7 x 2,50	1,6	1.092	410	119
92058	2x1+70+70	70	12	9,3 a 10,2	0,443	1,8		70	7 x 3,45	1,8	1.991	665	183
92059	3x1+10+10	10	7	3,7 a 4,4	3,080	1,2	CA Isolado	10	7 x 1,36	1,2	195	208	44
90779	3x1+16+16	16	6	4,6 a 5,2	1,910	1,2		16	7 x 1,70	1,2	300	280	59
90781	3x1+25+25	25	6	5,6 a 6,5	1,200	1,4		25	7 x 2,11	1,4	446	440	80
90563	3x1+35+35	35	6	6,6 a 7,5	0,868	1,6	CAL Isolado	35	7 x 2,50	1,6	1.092	520	100
90562	3x1+70+70	70	12	9,3 a 10,2	0,443	1,8		70	7 x 3,45	1,8	1.991	920	157
90564	3x1+120+70	120	15	12,5 a 13,5	0,253	2,0		70	7 x 3,45	2,0	1.991	1.450	229

TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote (n.º de carretel/rolos)	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %			
	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
até 25	-	3	0	1
26 a 90	1ª	8	0	2
	2ª		1	2
91 a 150	1ª	13	0	3
	2ª		3	4
151 a 280	1ª	20	1	4
	2ª		4	5
281 a 500	1ª	32	1	5
	2ª		6	7

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 4 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
9.3.1	Inspeção visual	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de ruptura do cabo completo	T / E
9.3.4	Ensaio de tensão-deformação	T / E
9.3.5	Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente	T / RE / E
9.3.8	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	T / E
9.3.9	Ensaio de tensão elétrica de longa duração	T / E
9.3.10	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação	T / E
9.3.11	Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento	T / E
9.3.12	Ensaio de centelhamento	RE / E
9.3.13	Ensaio de resistência à abrasão da cobertura	RE / E
9.3.14	Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio	RE / E

Legenda:

T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CABO MULTIPLEXADO AUTOSSUSTENTADO 0,6/1,0 kV

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Característica / Unidade
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Material:	
3.1	a) Cabo condutor fase:	
3.2	b) Elemento de sustentação:	
3.3	c) Cobertura:	
4	Dimensões:	
4.1	a) Cabo condutor fase:	
4.1.1	• Seção nominal:	mm ²
4.1.2	• Número de fios formadores:	
4.1.3	• Classe de encordoamento:	mm
4.1.4	• Diâmetro do condutor:	mm
4.1.5	• Diâmetro do cabo sobre a isolação	mm
4.1.6	• Espessura da isolação:	mm
4.2	b) Elemento de sustentação:	
4.2.1	• Seção nominal:	mm ²
4.2.2	• Número de fios formadores:	
4.2.3	• Classe de encordoamento:	mm
4.2.4	• Diâmetro do condutor:	mm

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Característica / Unidade
4.2.5	<ul style="list-style-type: none"> • Diâmetro do cabo sobre a isolação 	mm
4.2.6	<ul style="list-style-type: none"> • Espessura da isolação: 	mm
5	Características elétricas:	
5.1	a) Tensão nominal:	kV
5.2	b) Resistência de isolamento:	MΩ
5.3	c) Resistência elétrica em CC a 20 °C:	Ω/km
5.4	d) Corrente nominal a 40 °C:	A
6	Características mecânicas:	
6.1	a) Carga mínima de ruptura:	daN
6.2	b) Massa do cabo completo:	kg/km
6.3	c) Raio médio geométrico:	mm
7	Temperatura:	
7.1	a) De operação em regime permanente:	°C
7.2	b) De operação em regime de sobrecarga:	°C
7.3	c) De curto-circuito:	°C
7.4	d) De fusão do material da cobertura:	°C
7.5	e) De início de degradação do material da cobertura:	°C
8	Teor de negro-de-fumo:	%
9	Acondicionamento:	
9.1	a) Número de lances no carretel:	
9.2	b) Comprimento de cada lance no carretel:	m
9.3	c) Peso total do carretel:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;



ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

